

**PENGARUH VARIASI WAKTU MILLING  
TERHADAP DISTRIBUSI BUTIR DAN FOTO MIKRO SERBUK TITANIUM (Ti)**

**HASIL BALL MILL**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Kepada

Universitas Muhammadiyah Malang

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar

Sarjana (S-1) Teknik Mesin



Disusun Oleh:

**AFIF IVANDA IMADUDDIN**

**201310120311088**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI WAKTU MILLING TERHADAP DISTRIBUSI BUTIR DAN FOTO  
MIKRO SERBUK TITANIUM (Ti) HASIL BALL MILL**

Diajukan Kepada:

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Teknik Mesin**

**Program Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Mesin**

Oleh:

**AFIF IVANDA IMADUDDIN**

**201310120311088**

Diterima dan Disetujui

Pada Tanggal, 20 Januari 2018

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Iis Siti Aisyah, ST., MT., PhD**

**NIP.10815030572**

**Ir. Achmad Fauzan HS, MT**

**NIP.10892080279**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Malang

**Ir. Daryono, MT**

**NIP.10889090124**

## KATA PENGANTAR

Puji dan rasa syukur mendalam penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Salam dan salawat semoga selalu tercurah pada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Skripsi yang berjudul "**PENGARUH VARIASI WAKTU MILLING TERHADAP DISTRIBUSI BUTIR DAN FOTO MIKRO SERBUK TITANIUM (Ti) HASIL BALL MILL**" kami susun untuk memenuhi persyaratan kurikulum sarjana strata-1 (S-1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah diberikan.

Secara khusus rasa terima kasih tersebut kami sampaikan kepada:

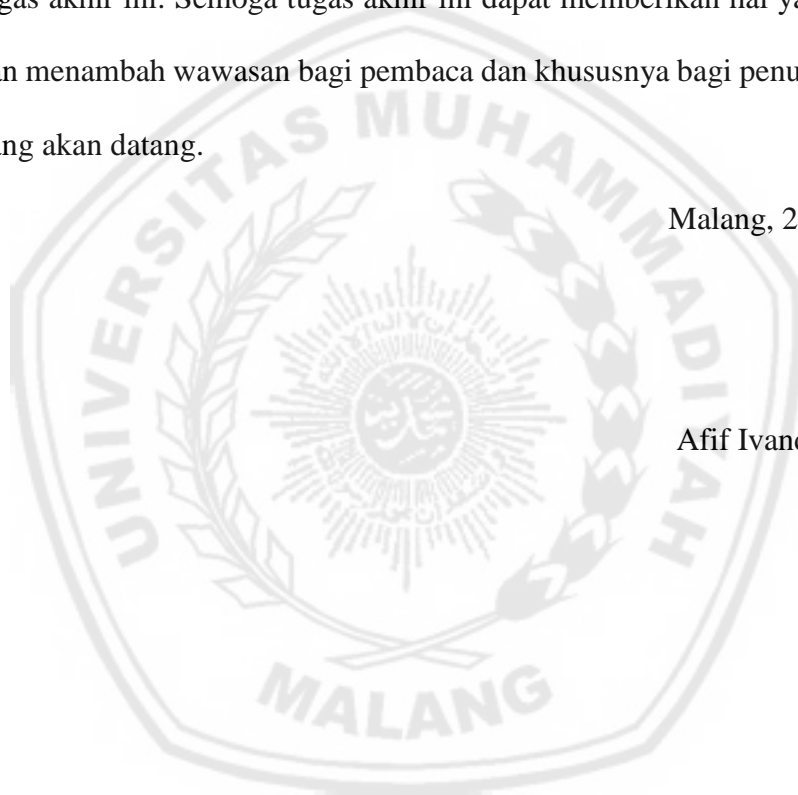
1. Ibu Dr. Iis Siti Aisyah, ST., MT., PhD, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Achmad Fauzan HS, MT., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Daryono, MT, selaku ketua jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang, atas ilmu, bimbingan dan bantuannya hingga penulis selesai menyusun tugas akhir ini.
5. Orang tua serta seluruh keluarga besar peneliti yang sudah memberikan dukungan baik secara materi maupun moral sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan lancar.

6. Rekan-rekan di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang yang juga telah banyak membantu penulis, terutama angkatan 2013 B.
7. Dan semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini yang tidak dapat kami sebutkan secara satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna, Untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan hal yang bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca dan khususnya bagi penulis juga dimasa yang akan datang.

Malang, 29 Januari 2018

Afif Ivanda Imaduddin



## DAFTAR ISI

<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>POSTER.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>BERITA ACARA .....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK INDONESIA.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK INGGRIS .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penulisan.....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.1.1 Penelitian Pertama.....	5
2.1.2 Penelitian ke Dua .....	9
2.1.3 Penelitian ke Tiga.....	13
2.2 Ball Mill .....	17
2.3 Metalurgi Serbuk ( <i>Powder Metallurgy</i> ).....	19
2.3.1 Pembuatan Serbuk.....	22
2.3.2 Pencampuran Serbuk ( <i>Mixing</i> ).....	26
2.3.3 Compaction ( <i>Powder Consolidation</i> ) .....	26
2.3.4 Sintering .....	28
2.3.5 Finishing.....	29
2.4 Material Titanium .....	29
2.5 Bentuk Butiran dan Tekstur Permukaan .....	31

2.6 Metode Menentukan Ukuran Partikel .....	33
2.6.1 PossibleSize Measure.....	33
2.6.2 Mikroskopi .....	36
2.6.3 Distribusi Ukuran Partikel ( <i>Particle Size Distribution</i> ).....	37
2.7 Scanning Electron Microskope (SEM).....	39
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>42</b>
3.1 Metodologi Penelitian .....	42
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	42
3.3 Alat dan Bahan .....	43
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	45
3.5 Flow of data Analysis.....	46
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
4.1 Analisa Serbuk Menggunakan SEM .....	51
4.1.1 Analisa Serbuk dengan 12 bola penumbuk .....	51
4.1.2 Analisa Serbuk dengan 24 bola penumbuk .....	52
4.2 Analisa Ukuran Serbuk Dalam ( $\mu\text{m}$ ).....	54
4.2.1 Analisa Ukuran Serbuk dengan 12 bola penumbuk .....	54
4.2.2 Analisa Ukuran Serbuk dengan 24 bola penumbuk .....	56
4.3 Analisa Ukuran Serbuk Dalam (Mesh) .....	58
4.3.1 Analisa ukuran serbuk dengan 12 bola penumbuk.....	58
4.3.2 Analisa ukuran serbuk dengan 24 bola penumbuk.....	60
4.4 Perhitungan energi.....	61
4.5 Penelitian Sebelumnya .....	65
4.5.1 Analisa Dengan SEM .....	65
4.5.2 Ukuran Serbuk Dalam ( $\mu\text{m}$ ).....	66
4.6. Perbandingan Hasil Penelitian .....	67
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>72</b>
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>76</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Hasil SEM serbuk aluminium dengan variasi waktu milling A. (0.5 jam), B. (1 jam), C. (3 jam), D. (5 jam), dan E. (7 jam), (Tibi, 2016). .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Hasil SEM Analisa ukuran serbuk Al dengan variasi waktu milling A. (0.5 jam), B. (1 jam), C. (3 jam), D. (5 jam), dan E. (7 jam), (Tibi, 2016). .....	7
<b>Gambar 2.3</b> Grafik presentase massa hasil ayakan serbuk Al pada klasifikasi serbuk halus pada variasi waktu milling, (Tibi, 2016). .....	9
<b>Gambar 2.4</b> Uji SEM kecepatan milling 700 rpm perbesaran 10 000x (b) milling 700 rpm perbesaran 20 000x (c) milling 933rpm perbesaran 10 000x (d) milling 933rpm perbesaran 20 000x (Purwaningsih, 2012) .....	12
<b>Gambar 2.5</b> Uji SEM serbuk milling 25 jam dengan perbesaran (a) 5000x dan (b) 10000x (Helmi, 2013) .....	15
<b>Gambar 2.6</b> Uji SEM (a) milling 15 jam sintering 1300°C (b) milling 20 jam sintering 1300°C (Helmi, 2013) .....	15
<b>Gambar 2.7</b> Proses ball mill material .....	18
<b>Gambar 2.8</b> Proses atomisasi (a) Water or gas atomization, (b) Centrifugal atomization, (c) Rotating electrode .....	24
<b>Gambar 2.9</b> Die Pressing .....	27
<b>Gambar 2.10</b> Visual compaction (German.RM, 1984) .....	27
<b>Gambar 2.11</b> Proses Sitering, (German.RM, 1984) .....	29
<b>Gambar 2.12</b> Bentuk ukuran partikel serbuk (German.RM, 1984) .....	33
<b>Gambar 2.13</b> PossibleSize Measure (German.RM, 1984) .....	34
<b>Gambar 2.14</b> Diameter bola ekuivalen, (German.RM, 1984) .....	35
<b>Gambar 2.15</b> Prinsip dasar ayakan .....	37
<b>Gambar 2.16</b> Distribusi ukuran partikel (German.RM, 1984) .....	38
<b>Gambar 2.17</b> prinsip dasar (SEM) .....	40
<b>Gambar 3.1</b> Mesin Ball Mill UMM (K.Tibi, 2016) .....	44
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Penelitian .....	45

<b>Gambar 3.3</b> Foto SEM starting point serbuk Ti6Al4V dengan pembesaran 150x.....	46
<b>Gambar 3.4</b> Alat uji SEM dengan no seri TM 3000.....	47
<b>Gambar 4.1</b> Hasil foto SEM untuk material Ti6Al4V dengan 12 bola penumbuk dan variasi waktu milling: (A). 1 jam, (B). 3 jam, (C). 5 jam, (D). 7 jam dan, (E). 9 jam.....	52
<b>Gambar 4.2</b> Hasil foto SEM untuk material Ti6Al4V dengan 24 bola penumbuk dan variasi waktu milling: (A). 1 jam, (B). 3 jam, (C). 5 jam, (D). 7 jam dan, (E). 9 jam.....	53
<b>Gambar 4.3</b> Hasil pengukuran dengan menggunakan foto SEM untuk material Ti6Al4V dengan 12 bola penumbuk dan variasi waktu milling: (A). 1 jam, (B). 3 jam, (C). 5 jam, (D). 7 jam dan, (E). 9 jam.....	55
<b>Gambar 4.4</b> Hasil pengukuran dengan menggunakan foto SEM untuk material Ti6Al4V dengan 24 bola penumbuk dan variasi waktu milling: (A). 1 jam, (B). 3 jam, (C). 5 jam, (D). 7 jam dan, (E). 9 jam.....	57
<b>Gambar 4.5</b> Grafik presentase masa terhadap waktu milling 12 bola penumbuk dengan ayakan serbuk.....	59
<b>Gambar 4.6</b> Grafik presentase masa terhadap waktu milling 24 bola penumbuk dengan ayakan serbuk.....	60
<b>Gambar 4.7</b> flow chart bentuk serbuk 12 bola penumbuk.....	62
<b>Gambar 4.8</b> Flow chart bentuk serbuk 24 bola penumbuk.....	62
<b>Gambar 4.9</b> Grafik energi 12 bola penumbuk terhadap ukuran partikel .....	64
<b>Gambar 4.10</b> Grafik energi 24 bola penumbuk terhadap ukuran partikel .....	64
<b>Gambar 4.11</b> Hasil SEM Analisa ukuran serbuk (Al) dengan variasi waktu milling A. (0.5 jam), B. (1 jam), C. (3 jam), D. (5 jam), dan E. (7 jam) .....	65
<b>Gambar 4.12</b> Grafik presentase massa hasil ayakan serbuk Al pada klasifikasi serbuk halus pada variasi waktu milling dengan 24 bola penumbuk.....	70
<b>Gambar 4.13</b> Grafik presentase masa terhadap waktu milling 24 bola penumbuk dengan ayakan serbuk.....	70



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Dimensi serbuk berdasarkan waktu milling, (Tibi, 2016).....	7
<b>Tabel 2.2</b> Data hasil ukuran serbuk dalam %, (Tibi, 2016).....	8
<b>Tabel 2.3</b> Data hasil distribusi ukuran serbuk dalam gram, (Tibi, 2016).....	8
<b>Tabel 2.4</b> Ukuran Kristal Matrik (Purwaningsih, 2012) .....	12
<b>Tabel 2.5</b> Spesifikasi mesin ball mill lab. Msin UMM .....	19
<b>Tabel 2.6</b> logam dengan titik cair tinggi, (Surdia.T, Dkk,1992) .....	20
<b>Tabel 2.7</b> Standart Ukuran Butir .....	25
<b>Tabel 2.8</b> Sifat fisik(Ti6Al4V) .....	30
<b>Tabel 2.9</b> Sifat mekanik (Ti6Al4V) .....	31
<b>Tabel 2.10</b> Perbandingan untuk material (Ti6Al4V).....	31
<b>Tabel 2.11</b> Standart ukuran serbuk (U.S.Standart, ASTM E11) .....	38
<b>Tabel 3.1</b> Ukuran serbuk dengan 12 bola penumbuk terhadap waktu .....	48
<b>Tabel 3.2</b> Ukuran serbuk dengan 24 bola penumbuk terhadap waktu milling ( $\mu\text{m}$ ).....	48
<b>Tabel 3.3</b> data hasil distribusi ukuran serbuk dengan 12 buah bola penumbuk dalam (gram) 49	
<b>Tabel 3.4</b> data hasil distribusi ukuran serbuk dengan 24 buah bola penumbuk dalam (gram) 49	
<b>Tabel 3.5</b> data hasil distribusi ukuran serbuk dengan 12 buah bola penumbuk dalam (%) 49	
<b>Tabel 3.6</b> data hasil distribusi ukuran serbuk dengan 24 buah bola penumbuk dalam (%) 49	
<b>Tabel 4.1</b> Hasil pengukuran serbuk Ti6Al4V dengan jumlah 12 bola penumbuk menggunakan foto SEM.....	55
<b>Tabel 4.2</b> Hasil pengukuran serbuk Ti6Al4V dengan jumlah 24 bola penumbuk menggunakan foto SEM.....	57
<b>Tabel 4.3</b> Data hasil distribusi ukuran serbuk dengan 12 buah bola penumbuk dalam gram 58	
<b>Tabel 4.4</b> Data hasil distribusi ukuran serbuk dengan 12 buah bola penumbuk dalam (%) 58	
<b>Tabel 4.5</b> Data hasil distribusi ukuran serbuk dengan 24 buah bola penumbuk dalam gram 60	
<b>Tabel 4.6</b> data hasil distribusi ukuran serbuk dengan 24 buah bola penumbuk dalam (%) 60	

<b>Tabel 4.7</b> Tabel ukuran serbuk milik Khasan Tibi (2016) material Aluminium.....	68
<b>Tabel 4.8</b> Tabel hasil penelitian ini dengan material Titanium.....	69



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>CURRICULUM VITAE .....</b>	<b>1</b>
<b>JURNAL ENGGINERING .....</b>	<b>4</b>
<b>POWER POINT SKRIPSI .....</b>	<b>20</b>
<b>PERMOHONAN PENELITIAN LAB BIOLOGI UMM .....</b>	<b>27</b>
<b>PERMOHONAN PENELITIAN LAB TEKNIK MESIN UMM .....</b>	<b>28</b>
<b>SURAT KELENGKAPAN NASKAH SKRIPSI .....</b>	<b>29</b>



## DAFTAR PUSTAKA

- Basri, A. F. M., dan Rivai, V. 2005. *Performance appraisal*. Jakarta: PT Raja. Grafindo Persada.
- Castro, C.L., Mitchell, B.S., 2002, *Synthesis, Functionalization and Surface Treatment of Nanoparticles*, American Scientific Publishers, California.
- German. M.R, 1984, *Powder Metallurgy Science*, Metal Powder Industries Federation, USA.
- Purwaningsih, H. 2012, *Pengaruh Kecepatan Milling Terhadap Perubahan Struktur Mikro Komposit Mg/Al<sub>3</sub>Ti*, Jurnal, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Hirschhorn, J. S. 1969, *Introduction to Powder Metallurgy*, American Powder Metallurgy Institute, USA.
- Tibi, K. 2016, *Produksi & Karakterisasi Serbuk Aluminium (Al) Dengan Menggunakan UVBM (UMM VERTICAL BALL MILL)*, Jurnal, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Wahyuni, L. N. dan Aini, N. 2013, *Teknologi Pengolahan Material Titanium (Ti)*, Surabaya: Teknik Material dan Metalurgi, ITS.
- Rif'at, M. 2017, *Pengaruh Variasi Waktu Sintering Terhadap Kekerasan dan Mikrostruktur Pada Intermetallic Bonding Al-Ti Hasil Metallurgy Serbuk*, Jurnal, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Abdurachman, R. 2016, *Perancangan Ball Mill Kapasitas 200 mg*, Jurnal, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sunardi, 2014, *Pengaruh Waktu Milling Titanium Dioksida Doping DYE Tectona Grandis Terhadap Sifat Listrik Solar Sel*, Jurnal, Universitas Jendral Soedirman.
- Surdia. T., Shinroku. S., 1995, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: Pradyana Paramita.

Suresh., Mortensen A. Dan Alan N., 1993, *Fundamentals of Metal Matrix Composites*, Butterworth Heinemann, London.

Courtney, T. H. Maurice, D. 1996, *Scripta Materialia*, Cambridge: Published by Elsevier Ltd.

Izza, Z. F. 2017, *Intermetallic Bonding Al-Ti Dengan Variasi Persen Volume (Ti) Menggunakan Proses Sintering dan Kompaksi*, Jurnal, Universitas Muhammadiyah Malang.

